

УДК 531.8

КЛИНОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНКОВ

Студенты гр.11307113 Плескач М.А гр.11302114 Новицкий М.В.

Ярошенко В.А.

Научный руководитель – канд.техн. наук, доцент Василенок В.Д.,

канд.техн. наук, доцент Бирич В.В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Данная работа посвящена клиновым механизмам, которые имеют большое значение в механизмах направляющих станков и в подъёмных механизмах. Приведены методы нахождения силы зажима Q : графический и аналитический. Проанализированы зависимости сил Q от углов α и β .

Клино-плунжерные силовые механизмы позволяют обеспечить значительные усилия зажима при относительно небольших усилиях силовых приводов, что позволяет уменьшить общие габариты станочных приспособлений и, следовательно, их металлоёмкость. Однако при реализации указанных преимуществ необходимо иметь в виду, что при этом наблюдается потеря хода силового привода.

Для определения силы Q на плунжере реального клино-плунжерного механизма необходимо учитывать силы трения, которые возникают на сопрягаемых поверхностях.

Сила нормального давления N и сила трения F связаны зависимостью:

$$F = N \cdot f;$$
$$f = \frac{F}{N}.$$

где f – коэффициент трения на взаимно сопрягаемых поверхностях. Его величина зависит от состояния поверхности.

$$f = \operatorname{tg}\varphi;$$
$$\varphi = \operatorname{arctg}(f).$$

где φ – угол трения, т.е. угол, на который отклоняется равнодействующая R в сторону, противоположную скорости перемещения.

Таблица 1

Материал	Ст-Ст	Ст-Бр	Ст-Ж	Ст-Ч	Бр-Бр	Бр-Ч	Ч-Ч	Ж-Ж	Дер.-Дер
f	0,18	0,18	0,19	0,16	0,2	0,21	0,16	0,44	0,25
φ ,град	11,3	11,3	11,9	10,1	12,56	13,1	10,1	26,38	15,5

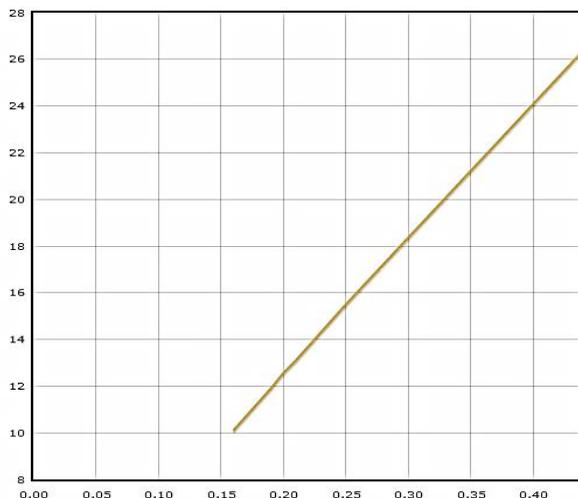


Рисунок 1. Зависимость коэффициент трения от угла трения

Графический способ определения силы Q по известной силе $P_{пр}$. Рассмотрим случай с односкосым клином и с двускосым клином (рис. 2). Здесь Q – сила зажима, действующая на заготовку. $P_{пр}$ – сила привода.

При графическом способе определения Q по известной силе $P_{пр}$ используются векторные уравнения сил, действующих на клин 4 и на плунжер 3. На клин 4, кроме силы $P_{пр}$, действуют реакции R_{34} со стороны плунжера 3 и R_{14} со стороны корпуса 1 устройства, которые из-за возникающих сил трения отклонены от нормального направления на углы трения φ_2 и φ_1 . Эти углы можно определить по коэффициентам трения, выявив значение угла φ , соответствующее данному значению $\text{tg}\varphi$. При равновесии клина 4 и равенстве значений коэффициента трения на всех контактирующих поверхностях.

$$\vec{P}_{пр} + \vec{R}_{34} + \vec{R}_{14} = 0.$$

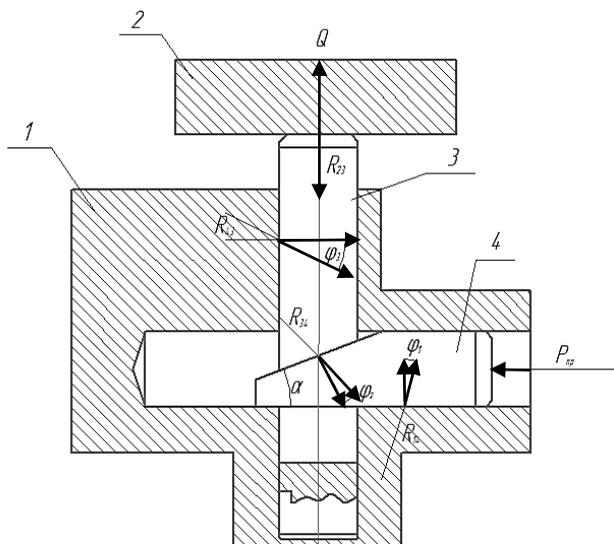


Рис.2 - схема клино-плунжерного механизма: 1-корпус; 2-заготовка; 3-плунжер; 4- клин

В этом уравнении известны значение и направление силы P_{np} и направление сил R_{34} и R_{14} . Поэтому оно может быть решено графически построением плана сил (рис.3). Если на плане сила P_{np} отложена в определенном масштабе, то, умножив длину отрезков на этот масштаб, можно получить значения R_{34} и R_{14} .

Теперь следует составить векторное уравнение сил для плунжера, непосредственно зажимающего заготовку 2 (плунжер или толкатель клино-плунжерного механизма может действовать и на какое-либо промежуточное звено комбинированного зажимного устройства). На плунжер 3 действуют со стороны обрабатываемой заготовки 2 реакция R_{23} (равная по значению искомой зажимной силе Q), реакция R_{43} со стороны клина 4 и реакция R_{13} со стороны корпуса 1. Уравнение имеет вид :

$$\vec{R}_{23} + \vec{R}_{43} + \vec{R}_{13} = 0.$$

В данном уравнении также два неизвестных: сила $R_{23} = Q$ и сила R_{13} . Значение силы R_{43} берется из построенного ранее плана сил, действующих на клин 4, так как она равна силе R_{34} и направлена в противоположную сторону.

Через концы вектора силы R_{43} проводятся линии, параллельные линиям действия сил $R_{23} = Q$ и R_{13} . В результате получаются векторы искомых сил и том масштабе, и котором отложен, вектор силы R_{43} . Так графическим путем можно найти силу Q или решить обратную задачу по известной силе Q найти силу привода $P_{пр}$.

Таблица 2.

Материал	Ст-Ст	Ст-Бр	Ст-Ж	Ст-Ч	Бр-Бр	Бр-Ч	Ч-Ч	Ж-Ж	Дер.-Дер.
f	0,18	0,18	0,19	0,16	0,2	0,21	0,16	0,44	0,25
φ , град	11,3	11,3	11,9	10,1	12,5	13,1	10,1	26,4	15,5

Графически найдем силу Q , при $P_{пр} = 300$ Н, $\alpha = 15^\circ$ и масштабный коэффициент выберем $\mu = 0,1$.

Материал	φ , град	R_{43} , Н	Q , Н
Сталь-сталь	11,3	467	370
Бронза-бронза	12,5	490	390
Чугун-чугун	10,1	550	470
Железо-железо	26,4	300	160
Дерево-дерево	15,5	400	270

Получим планы сил изображенные на рис.2. Из (рис.3) получатся векторы искомых сил R_{43} , $Q = 370$ Н.

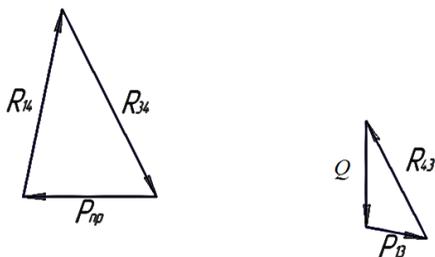


Рисунок 3. Планы сил, действующих на клин и плунжер

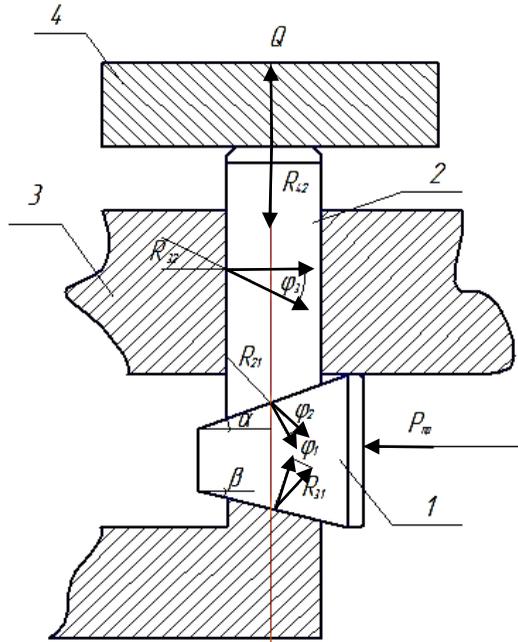


Рисунок 4. Схема клино-плунжерного механизма двускосого:
1-клин; 2-плунжер; 3-корпус; 4-заготовка

Для двускосого клина уравнения примут вид:

$$\begin{aligned} \vec{P}_{\text{пр}} + \vec{R}_{31} + \vec{R}_{21} &= 0. \\ \vec{Q} + \vec{R}_{32} + \vec{R}_{12} &= 0. \end{aligned}$$

В этом уравнении известны значение и направление силы $P_{\text{пр}}$ и направление сил R_{31} и R_{21} . Поэтому оно может быть решено графически построением плана сил (рис.5).

Теперь следует составить векторное уравнение сил для плунжера, непосредственно зажимающего заготовку. Сила Q равна силе R_{42} .

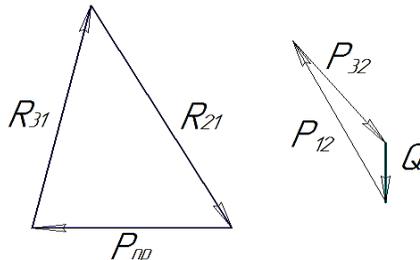


Рисунок 5. Планы сил для двускосого клина

Материал	φ ,град	Углы скоса	R_{21},H	Q,H
Сталь-сталь	11,3	$\alpha = 10^\circ$ и $\beta = 5^\circ$	430	370
		$\alpha = 15^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	260	200
		$\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	240	160
Бронза-бронза	12,5	$\alpha = 10^\circ$ и $\beta = 5^\circ$	380	270
		$\alpha = 15^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	490	390
		$\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	230	130
Чугун-чугун	10,1	$\alpha = 10^\circ$ и $\beta = 5^\circ$	430	360
		$\alpha = 15^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	550	470
		$\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	240	150
Железо-железо	26,4	$\alpha = 10^\circ$ и $\beta = 5^\circ$	250	140
		$\alpha = 15^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	300	160
		$\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 30^\circ$	140	50

Графически найдем силу Q , при $P_{\text{пр}}=300$ Н и масштабный коэффициент выберем $\mu = 0,1$. Получим планы сил изображенные на (рис.5). Пусть все элементы механизма из стали, а углы скоса клина $\alpha = 15^\circ$ и $\beta = 30^\circ$. Тогда из (рис.5) получаться векторы искомых сил $R_{12}=250\text{Н}$, $Q = 190\text{Н}$.

Рассмотрим случай, когда $\alpha = \beta = 15^\circ$, при предыдущих условиях. Тогда из (рис.5) получаться векторы искомых сил $R_{12}=350\text{Н}$, $Q = 254\text{Н}$.

Рассмотрим случай, когда $\alpha = 10^\circ, \beta = 5^\circ$, при предыдущих условиях. Тогда из (рис.5) получаться векторы искомых сил $R_{12}=440\text{Н}$, $Q = 357\text{Н}$.

Из приведенных примеров видно, что сила Q достигает максимума при минимальных значениях α и β .

Аналитический способ определения Q по известной силе

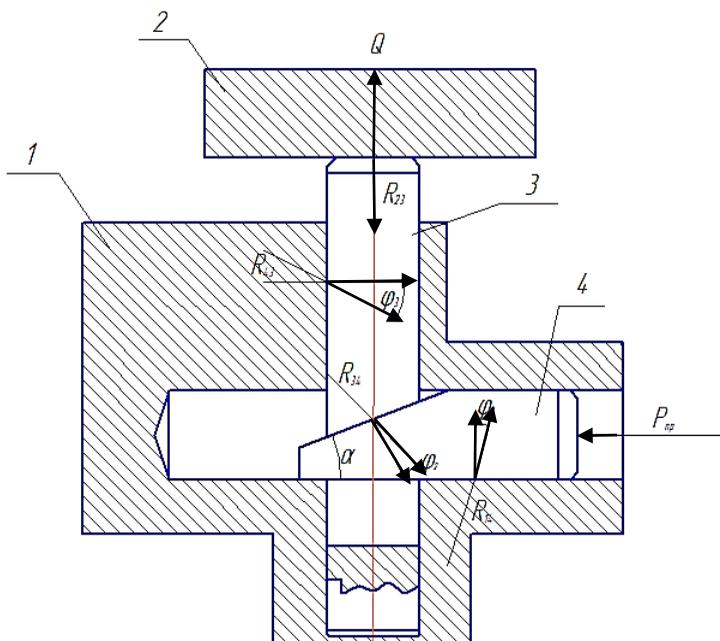


Рисунок 6. Схема клино-плунжерного механизма:
1-корпус; 2-заготовка; 3-плунжер; 4- клин

Формула для расчета силы Q примет вид :

$$Q = P_{np} \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{3np})}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}(\varphi_1)};$$

$$Q = P_{np} \cdot \frac{1 - \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{3np})}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}(\varphi_1)};$$

где $\frac{3l}{a} \cdot \operatorname{tg}(\varphi_3) = \operatorname{tg}(\varphi_{3np})$.

Таблица 3.

$\alpha, \text{рад}$	$\varphi, \text{рад}$					
	0,18	0,1921	0,21	0,22	0,23	0,27
0,087	635,67	599,27	551,43	527,359	504,92	428,36
0,14	559,72	530,09	490,62	470,52	451,65	386,20
0,17	522,95	496,298	460,56	442,26	425,02	364,72

0,21	479,39	456,0245	424,4431	408,16	392,74	338,29
0,26	432,03	411,9172	384,4963	370,25	356,69	308,28
0,35	361,52	345,6382	323,7	312,17	301,1152	260,94
0,44	304,42	291,4091	273,26	263,63	254,33	220,05

Построим график зависимости Q от углов α и φ , пользуясь данными таблицы 3 и принимая $\frac{l}{a} = 0,7$.

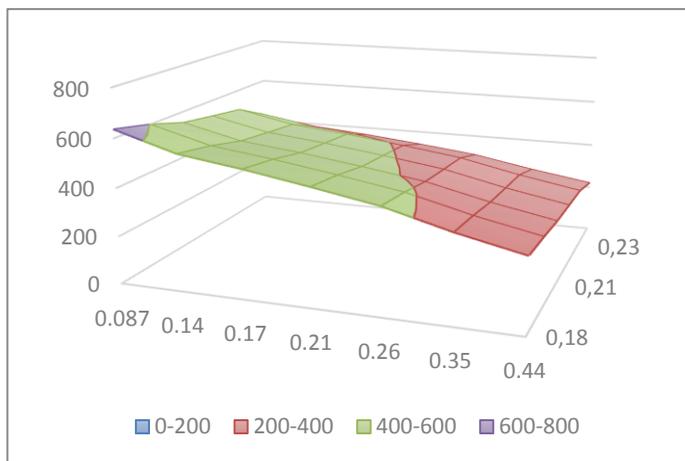


Рис.7 - график зависимости W от углов α и φ

Проведя анализ клино-плунжерных механизмов, можно сделать следующий вывод, что сила Q достигает максимума при минимальном угле скоса клина α и минимальном угле трения φ .

Литература

1. Клепиков В. В., Ашкиназий Я.М., Вардашкин Б.Н, Проектирование технологической оснастки / В. В Клепиков. – М., 2008 – 48с.
2. Ансеров М.А, Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – М.,1960 – 59с.
3. Горошкин А.К, Приспособления для металлорежущих станков / А.К. Горошкин. – М.,1979 -180с.